

Densidade e flutuação dos objetos: práticas e movimentos epistêmicos em uma sala de aula de Ciências.

Adjane da Costa Tourinho e Silva (PQ)^{1*}, Elton Daniel Oliveira do Nascimento² (IC), Érika Cristina Meneses de França³ (IC), Felipe Aragão Freire⁴ (IC), Juliana Melo Nunes⁵ (IC).

adtourinho@terra.com.br

Colégio de Aplicação¹. Departamento de Física^{2,3,4}. Núcleo de Engenharia de Pesca⁵. Universidade Federal de Sergipe- Av. Marechal Rondon S/N. CEP: 49100-000. Jardim Rosa Elze. São Cristóvão - SE.

Palavras-Chave: Densidade, práticas epistêmicas, movimentos epistêmicos.

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise e caracterização das práticas epistêmicas desenvolvidas por um grupo de estudantes do ensino fundamental do Colégio de Aplicação da UFS e suas relações com as ações da professora ao longo de uma atividade investigativa. As ações da professora, denominadas de movimentos epistêmicos, foram analisadas por meio de algumas categorias propostas por Mortimer et al (2007) e por categorias construídas ao longo da análise, as quais foram inspiradas naquelas propostas por Lidar, Lundquist e Östman (2005). As práticas epistêmicas foram analisadas considerando-se, principalmente, algumas categorias da ferramenta analítica proposta por Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007). Os resultados alcançados apontam para as contribuições das intervenções da professora no trabalho do grupo de estudantes, favorecendo o desenvolvimento de determinadas práticas epistêmicas e a evolução conceitual.

INTRODUÇÃO.

Este artigo apresenta uma análise e caracterização das práticas epistêmicas desenvolvidas por um grupo de estudantes do 9º ano do ensino fundamental, ao longo de uma atividade investigativa, e suas relações com as ações de uma professora ao conduzir tal atividade. A análise faz parte de uma pesquisa mais ampla, ainda em andamento, que busca verificar conexões mais íntimas entre as ações dos professores, em salas de aulas de Ciências (Química, Física e Biologia) e a construção de novos significados pelos estudantes.

Práticas epistêmicas são definidas por Kelly, como “atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento” (2005, p. 02). Elaborado tendo em vista a análise do processo de construção e legitimação de conhecimentos na Ciência real, considerando-se principalmente estudos da Filosofia, Sociologia e Antropologia da Ciência, tal conceito é percebido em seu potencial de informar as práticas investigativas escolares. Nesse sentido, espera-se que uma percepção adequada das práticas dos cientistas possa se refletir nas investigações escolares, de modo a possibilitar que os alunos incorporem aspectos fundamentais que ancoram as investigações científicas reais, adquirindo assim uma adequada percepção acerca da natureza da ciência.

O ensino de ciências, nessa perspectiva, não busca apenas proporcionar aos alunos a aquisição de conceitos e procedimentos experimentais, mas possibilitar também uma compreensão sobre a Ciência, a qual, mais recentemente, tem sido entendida como uma prática situada socialmente, em que os cientistas elaboram e negociam valores para o que pode ser considerado como boas questões, métodos e respostas adequadas.

Entende-se, certamente, que a percepção da natureza da Ciência pelos alunos não se esgota no desenvolvimento de atividades investigativas, realizadas nos laboratórios escolares; entretanto, é praticamente impensável, também, assumir que tal

percepção pode prescindir desta dimensão, em que eles se envolvem com os objetos reais da ciência, coletando, tratando e analisando dados em meio a discussões com os colegas e o professor.

Do ponto de vista da pesquisa, Kelly e Duschl (2002) consideram, ainda, a importância de se superar uma tradição que acessa as concepções de Ciências de alunos, e também de professores, por meio de questionários e entrevistas. Nessa perspectiva, a epistemologia é conceituada de um ponto de vista pessoal, considerando-se as crenças epistemológicas individuais dos aprendizes. O foco não está no processo social e epistêmico de investigação, em que são verificadas as interações entre os alunos quando estes se envolvem na produção e legitimação do conhecimento. Argumentando em prol de pesquisas que se voltem para essa última dimensão, Kelly e Duschl (2002) referem-se a “práticas epistêmicas” antes que a “crenças epistemológicas”.

Ao tempo em que os trabalhos inseridos na linha dos estudos epistemológicos na educação em Ciências nos chamam atenção para a importância de lançar novos olhares para as ações e os discursos dos alunos ao longo das atividades investigativas, também instiga nosso interesse pelas ações e discursos dos professores, em suas tentativas de favorecer o movimento epistêmico de seus alunos. Entendemos que a análise das relações entre esses sujeitos da sala de aula- professor e alunos- considerando-se os aspectos epistêmicos que permeiam as atividades investigativas, pode ser considerada relativamente recente na Educação em Ciências, tendo, portanto, muito ainda a avançar.

O objetivo central deste trabalho é estabelecer relações entre as práticas epistêmicas desenvolvidas por alunos em atividades investigativas estruturadas de Química e as ações do professor, de modo a perceber aspectos dessas ações que favorecem o desenvolvimento de tais práticas, considerando-se sequências de ensino elaboradas nesta direção.

Enquanto as ações dos alunos voltadas para a execução de atividades investigativas são chamadas de práticas epistêmicas, como consagrado na literatura da área, chamamos as ações dos professores, ao conduzir tais atividades, de movimentos epistêmicos. Ao focalizarmos as ações da professora analisada em nossa pesquisa, consideramos seus aspectos interativos, de acordo com algumas categorias da dimensão da interatividade da ferramenta analítica proposta por Mortimer et al (2007) e nos inspiramos em algumas categorias propostas por Lidar, Lundquist e Östman (2005). Tais categorias (*epistemological moves*) voltam-se para a análise do discurso/ ações de professores, relacionando-os com a epistemologia prática dos estudantes, ou seja, as formas como estes consideram, em suas práticas, o que conta como conhecimento relevante e como meios relevantes de obtê-los. Os movimentos epistêmicos considerados nesse trabalho referem-se, portanto, às intervenções da professora nas atividades investigativas de um grupo de alunos, que podem ser percebidas como questionamentos, sugestões e orientações significativas para o seu avanço intelectual, favorecendo a adoção de determinadas práticas epistêmicas. Estas últimas, por sua vez, estão ainda sendo configuradas em nossa pesquisa considerando-se aquelas já apresentadas por Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2007) tendo em vistas as instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento propostas por Kelly (2005), e também algumas categorias discutidas em Araújo (2008).

ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Antes de discutirmos os aspectos de coleta, tratamento e análise dos dados, vamos apresentar as categorias que consideramos em nossa análise.

As Categorias Analíticas.

Os movimentos epistêmicos considerados neste trabalho foram:

1- **Elaboração** : corresponde as ações do professor no sentido de possibilitar aos alunos, em geral através de questionamentos, que construam um olhar inicial sobre o fenômeno. São os questionamentos expressos nos roteiros de atividade ou mesmo proferidos oralmente pelo professor, os quais geram espaço para que os alunos reflitam de uma determinada perspectiva e exponham seus pontos de vista sobre os objetos e eventos investigados.

2- **Reelaboração**: corresponde às ações do professor no sentido de instigar os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos desconsiderados ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação, problematização ou evolução do pensamento inicial apresentado.

3- **Instrução**: corresponde à ação de apresentar explicitamente novas informações para os alunos.

4- **Confirmação**: corresponde à ação de concordar com as ideias apresentadas pelos alunos e/ou permitir que eles executem determinados procedimentos planejados.

5- **Correção**: corresponde à ação de corrigir explicitamente as afirmações e os procedimentos dos alunos.

6- **Síntese**: corresponde à ação de explicitar as principais ideias alcançadas pelos alunos.

Utilizamos também dois conjuntos de categorias propostos por Mortimer e Scott (2003): a abordagem comunicativa e as intenções do professor.

O conceito de abordagem comunicativa fornece a percepção sobre a abertura do discurso do professor para os pontos de vista dos alunos, em interação ou não com eles. De acordo com Mortimer e Scott (2003), tal discurso pode ser caracterizado ao longo de duas dimensões. A primeira pode ser percebida como um contínuo entre dois polos extremos: no primeiro, o professor considera o que os estudantes têm a dizer contemplando seus próprios pontos de vista; no segundo extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista da ciência escolar. A primeira dessas posições, que permite uma interanimação de diferentes ideias, é chamada de abordagem comunicativa dialógica e, a segunda, de abordagem comunicativa de autoridade.

A segunda dimensão considera que a abordagem pode ser interativa, quando envolve a participação de mais de uma pessoa, ou não-interativa, quando envolve a participação de apenas uma. Combinando essas duas dimensões, tem-se um conjunto de quatro categorias que são usadas para codificar a abordagem comunicativa: 1 – *Interativa e dialógica (I/D)*; 2 – *Interativa e de autoridade (I/A)*; 3 – *Não-interativa e dialógica (NI/D)*; 4 - *Não-interativa e de autoridade (NI/A)*.

As intenções do professor, por sua vez, correspondem a metas que se encontram presentes tanto no momento da elaboração e seleção de atividades quanto da sua execução. Este grupo de categorias ancora-se principalmente nas concepções de Vygotsky sobre o processo de internalização de ideias, envolvendo a noção de ZDP e a atuação do professor nessa zona. As intenções do professor são então consideradas: *Criando um problema*; *explorando a visão dos estudantes*; *introduzindo e desenvolvendo a 'estória científica'*; *guiando os estudantes no trabalho com as ideias*

científicas, e dando suporte ao processo de internalização; guiando os estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso e, por fim, mantendo a narrativa.

Para lidar com as ações dos alunos, suas práticas epistêmicas, nos inspiramos, principalmente, em algumas das categorias apresentadas por Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007), expressas no quadro 1 a seguir, as quais são também discutidas em Jimenez-Aleixandre et al (2007). Na primeira coluna, encontram-se as instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento propostas por Kelly (2005). Na segunda coluna, encontram-se práticas epistêmicas gerais relacionadas às instâncias da primeira coluna e, na terceira coluna, encontram-se práticas mais específicas. Conforme comentamos, estamos ainda delimitando em nossa pesquisa as práticas epistêmicas, considerando as especificidades das atividades investigativas que estamos analisando.

Instâncias sociais	Práticas epistêmicas gerais	Práticas epistêmicas (específicas)
Produção	Articular os próprios saberes;	Usando conceitos para planejar e performar ações (por exemplo, no laboratório); Desenvolvendo investigações; Articulando conhecimento técnico e conceitual; Construindo significados.
	Dar sentido aos padrões de dados.	Considerando diferentes fontes de dados; Construindo dados.
Comunicação	Interpretar e construir as representações;	Relacionando diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica; Transformando dados.
	Produzir relações; Persuadir os outros membros da comunidade.	Aprendendo a escrever no gênero informativo. Apresentando suas próprias idéias e enfatizando pontos-chave; Negociando explicações.
Avaliação	Coordenar teoria e evidência (argumentação);	Distinguindo conclusões de evidências; Usando dados para avaliação de teorias; Usando conceitos para interpretação dos dados;
	Contrastar as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências (avaliar a plausibilidade).	Justificando as próprias conclusões; Criticando declarações de outros; Usando conceitos para configurar anomalias.

Quadro 1: Práticas epistêmicas e sociais em relação com o conhecimento.

Adaptado de Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2007).

A COLETA DE DADOS E OS PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS.

Os dados da análise apresentada neste artigo referem-se a duas das quatro aulas em que os alunos de uma turma de 9º ano do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe desenvolveram uma atividade investigativa em torno do tema “densidade e flutuação dos objetos”¹. Foram consideradas as ações da professora ao longo da aula e a de um grupo de alunos tomado para análise. A turma era composta por 30 alunos e o grupo analisado por 5 (cinco) alunos do sexo masculino. A pesquisa foi desenvolvida nas aulas regulares da turma; todavia, a professora considerada não era a professora regular e sim uma integrante do grupo de pesquisa (GPEA) que se revejou na condução da atividade com outros integrantes, alunos de iniciação científica envolvidos no projeto de pesquisa.

¹ Atividade adaptada do livro Mortimer e Machado. Química. Vol. 1. São Paulo: Ed. Scipione, 2012.

O grupo de alunos tomado para análise foi selecionado em função de sua desenvoltura diante das câmeras de vídeo (duas) colocadas em sala de aula. Como praticamente não houve tempo reservado para a adaptação dos alunos com as câmeras antes do início das filmagens das duas sequências de aula de atividades investigativas que desenvolvemos, optamos por selecionar o grupo que logo de início não demonstrou constrangimento diante desse procedimento de coleta de dados.

O registro em vídeo das duas aulas (geminadas) tem a duração de 1 hora e 10 minutos. Ele foi submetido à análise por meio do software Videograph®, para obtenção de percentuais de tempo das categorias empregadas. As aulas foram, ainda, mapeadas, sendo segmentadas em episódios e sequências discursivas. Portanto, ao tempo em que nos preocupamos com uma análise qualitativa, em que descrevemos e analisamos as ações da professora e dos alunos em interação, lançamos mão, também, de dados quantitativos, os quais nos permitem verificar o peso de cada categoria ao longo da atividade investigativa. Consideramos que a associação dessas duas dimensões favorece a análise pretendida.

O mapa de episódios nos possibilita perceber o ritmo com que as categorias aparecem e dão lugar umas às outras no fluxo das interações. Portanto, ele favorece uma percepção mais nítida das relações entre as ações da professora e o trabalho do grupo de alunos investigado. Por meio do mapa, é possível verificar como, ao longo da atividade, as ações da professora são sucedidas por determinadas práticas epistêmicas.

No mapeamento, a aula foi considerada como composta de três momentos distintos: momentos em que os alunos do grupo analisado ouvem a professora enquanto ela fala para toda a turma, momentos em os alunos deste grupo interagem com a professora em particular e momentos em que estes alunos interagem entre si na ausência da professora (o que normalmente coincidem com aqueles momentos em que a professora interage com os demais grupos de alunos ou executa outras atividades relacionadas à aula). Partindo desta divisão, consideramos também, para o recorte da aula em episódios, a categorização do tipo de discurso da professora e dos alunos. Esse aspecto não será ressaltado em nossa análise. Todavia, é importante considerar que ele é fundamental para a confecção dos mapas, pois a identificação dos diferentes tipos de discurso orienta a segmentação das aulas em episódios e sequências discursivas. Para o discurso do professor temos: discurso de conteúdo científico, de agenda, de gestão e manejo de classe, de experimento, procedimental e outros (MORTIMER et al, 2007). Essas categorias foram consideradas, portanto, para os momentos em que a professora interagiu com toda a turma ou com o grupo de alunos em particular.

Os momentos em que a professora interagiu com os alunos com um discurso de conteúdo científico foram categorizados e identificados no mapa quanto à abordagem comunicativa e intenções e aos movimentos epistêmicos. Considerando-se os momentos em que os alunos interagiram entre si, na ausência da professora, distinguimos o discurso voltado para a atividade desenvolvida daqueles em que outros temas eram considerados, os quais caracterizaram momentos de dispersão. Nos momentos em que os alunos abordaram conteúdos científicos identificamos suas práticas epistêmicas.

Tendo em vista os momentos em que o professor e/ou alunos desenvolviam conteúdo científico, levamos em conta ainda os temas e subtemas abordados para a segmentação dos episódios em sequências discursivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade investigativa foi desenvolvida tendo-se em vista um roteiro previamente organizado. Os alunos seguiram as instruções desse roteiro quanto aos procedimentos de coleta e de análise dos dados, os quais reservavam, por meio de questões propostas, bastante espaço para a discussão entre eles nos pequenos grupos e com toda a turma. Conforme comentamos, a atividade envolveu quatro aulas geminadas duas a duas. Nas duas primeiras, foi construído o conceito de densidade. Cada grupo de alunos teve que determinar a massa e o volume de um bloco de madeira. Os dados dos blocos de todos os grupos foram registrados em uma tabela em que a relação m/v , dentre outras verificadas, fora percebida como constante. Os alunos calcularam ainda a densidade do ferro, considerando dados de massa e de volume fornecidos no roteiro, e compararam tal densidade com a da madeira. Nessa aula ficou estabelecido o conceito de densidade e a ideia de que ela é uma propriedade específica dos materiais.

A aula seguinte, a qual focalizamos na análise que aqui apresentamos, teve por objetivo promover a compreensão da relação entre a densidade e a flutuação de objetos em determinado meio. Por meio das tarefas e questões propostas, pretendeu-se que os alunos alcançassem a generalização de que os objetos feitos de material de densidade maior que a de um determinado meio, afundam em tal meio, enquanto que aqueles menos densos flutuam, independente da sua massa ou do seu volume. Além disso, a influência da forma do objeto teria que ser considerada, de modo a se perceber que apesar de objetos feitos de materiais mais densos que a água, como por exemplo, a tampinha de refrigerante e o papel alumínio flutuarem, sob certas condições, nesse líquido, isso não se constituiria numa exceção à regra geral já alcançada.

A professora inicia a aula com um episódio de gestão e manejo de classe em que solicita atenção e comportamento adequado dos alunos. Em seguida, ela retoma as principais ideias construídas na aula anterior. Nesse momento, ela adota um discurso não-interativo/de autoridade com a intenção de manter a narrativa, ou seja, de compartilhar com os alunos o fluxo das ideias construídas na sequência temática. Em determinado momento, ela passa a orientar os alunos para o desenvolvimento da atividade (discurso de gestão e manejo de classe). Os alunos foram informados que teriam que elaborar hipóteses para a flutuação de alguns objetos em água. A professora vai informando os objetos aos alunos até investir mais nitidamente na questão principal que orientará a atividade; nesse sentido, ela passa a assumir um discurso de conteúdo científico em que adota uma abordagem interativa/dialógica sob a intenção de criar um problema a fim de engajar os alunos no desenvolvimento inicial da história científica. O movimento epistêmico que aí prevalece é o de elaboração.

É possível verificar a empolgação dos alunos do grupo ao imaginar a possível flutuação ou não de cada objeto, já no momento em que a professora informa cada um deles à turma. Conforme a transcrição abaixo apresentada, eles já iniciam uma sutil discussão, em baixo tom de voz, no momento em que a professora ainda não havia finalizado a sua exposição.

Transcrições	Comentários contextuais
Profa: Bloco de isopor (...)	
Aluno A: Esse aí flutua, com certeza.	
Aluno D: Com certeza que vai flutuar, o bloco de isopor.	
Aluno A: Com muita certeza	
Aluno C: Como cê tem? Cê já testou? /	Com tom de brincadeira.
Aluno A: Por que ele é leve, muito leve.	

Quadro 2: Discussão dos alunos durante a apresentação dos materiais pela a professora.

Essa disposição em se engajar na atividade pode ser verificada em outros momentos da aula como, por exemplo, quando o Aluno E pergunta à professora se os testes seriam feitos naquela mesma aula. Tal disposição é um aspecto relevante a ser verificado em nossa pesquisa, visto contribuir consideravelmente para o tempo em que os próprios alunos reservam para desenvolver as tarefas propostas e não se envolvem em conversas que fogem ao tema a ser debatido. Engle e Conant (2002) consideram a instauração de problemas como um dos quatro aspectos de ambientes de aprendizagem que fomentam o engajamento disciplinar produtivo. A atividade aqui considerada inicia-se com um claro problema proposto aos alunos. Eles deveriam responder se cada objeto flutuaria ou não em água e justificar as suas respostas. Entendemos que a natureza lúdica da atividade proposta é algo que também contribui para a empolgação dos alunos. Todavia, conforme veremos, os tempos de dispersão que verificamos não foram baixos. Os alunos intercalavam episódios de discussão de conteúdo científico com pequenos episódios de dispersão ao longo de toda a atividade. Ao final da aula os tempos dos episódios de dispersão tornaram-se maiores. Apesar disso, as discussões, em sua maioria, foram produtivas. Esses aspectos serão discutidos oportunamente, comparando tais resultados a outros encontrados na literatura.

Até o tempo de 7min33s do início da aula, a professora se dirigiu a toda turma com variados tipos de discurso, conforme comentamos acima. A partir daí, os alunos passaram a elaborar as suas hipóteses para a flutuação dos objetos. Durante essa segunda fase da atividade, a professora visitou cada grupo de alunos dando suporte a discussão que eles desenvolviam, considerando ainda as solicitações de cada um deles. Foram feitas 5 (cinco) intervenções no grupo analisado, antes dos testes, os quais se iniciaram ao tempo de 29min34s. Na quarta intervenção, cujo fragmento encontra-se no quadro 3 a seguir, ela observa as ideias que os alunos tinham colocado no roteiro da atividade e percebe que as justificativas para as hipóteses não estavam expostas. Nesse sentido, ela investe na explicitação da questão inicial, enfatizando a importância de eles apresentarem tais justificativas. O discurso da professora nesse momento é de conteúdo científico, a intenção ainda é a de criar um problema, uma vez que a questão proposta não havia sido inteiramente assumida pelos alunos e ela não investe em uma discussão mais demorada com o grupo, explorando os seus pontos de vista. A abordagem comunicativa é interativa/dialógica e o movimento epistêmico inclina-se ao de reelaboração.

Até então, os alunos estavam apresentando as suas hipóteses, algumas vezes, sem justificativa e, outras vezes, recorrendo a diferentes critérios de forma assistemática; ou seja, em alguns casos consideravam a densidade para explicar a flutuação, em outros, a massa, e em vários momentos consideravam experiências do dia-a-dia, as quais serviam como uma “evidência” de que certo objeto flutuaria ou não na água. Apesar de bastante rica no sentido de eles trazerem à tona diferentes aspectos que poderiam estar em jogo na flutuação dos objetos, a discussão não estava avançando no sentido de eles considerarem concepções trabalhadas em aulas anteriores ou mesmo do dia-a-dia, de forma sistemática. Isso possivelmente possibilitaria que percebessem claramente como conflituosas, por exemplo, as hipóteses de um bloco de alumínio afundar em água e o papel de alumínio não, apesar de ambos serem de mesmo material e, portanto, apresentarem a mesma densidade. Tal conceito já havia aparecido nas discussões do grupo. A quarta intervenção da professora, investindo no movimento de reelaboração, nos pareceu fundamental para o

avanço da discussão. Tal investida fez com que alguns alunos refletissem mais sobre suas concepções iniciais e, em alguns casos, modificassem-nas.

Transcrições	Comentários contextuais
Profa: A justificativa? Vocês não colocaram não?	A professora analisa o roteiro de atividade e percebe que todas as previsões foram colocadas sem justificativa.
Aluno B: A gente ia colocar	
Profa: Vocês têm que colocar ((pausadamente)). Afunda, afunda, não afunda, não afunda ((lê em voz baixa as respostas dos alunos)). Vocês têm que deixar bem claro os critérios, ou seja: Por que é que afunda? Por que é que não afunda? Viu? Coloquem aqui ((apontando para o papel)). É importante. Agora, é importante também que vocês discutam// (...)	

Quadro 3: 4ª Intervenção da professora no grupo.

Abaixo apresentamos excertos da discussão do grupo nos 8º e 12º episódios, antes da quarta intervenção da professora, a qual ocorreu no 21º. As transcrições nos possibilitam verificar que as práticas epistêmicas são, principalmente: *apresentando hipóteses*, em que os alunos colocam de forma sumária as suas previsões, e *verificando a plausibilidade de suas ideias*, em que *eles contrastam as ideias/hipóteses próprias ou alheias com “evidências” do dia-a-dia*, avaliando-as. A primeira prática se insere na instância social de *produção do conhecimento* e a segunda na instância de *avaliação*. Comentamos a seguir esses aspectos.

Ep.	Transcrição	Prática epistêmica
8	<p>Aluno C: Olhe o isopor não afunda não. O pequeno flutua. Não, o grande e o pequeno afundam também ((referindo-se ao bloco de madeira citado pelo aluno A.))</p> <p>Aluno B: Você não viu não, o bloco de isopor? (....)</p> <p>Aluno A: Agulha afunda. Esses dois não afunda, ou afunda os dois ou não afunda. ((referindo-se aos blocos de madeira grande e pequeno))</p> <p>Aluno B: Eu sei que afunda. Não é não? (...)</p>	Apresentando hipóteses
	<p>Aluno B: Se o bloco de madeira afundasse não existiriam barcos de madeira.</p> <p>Aluno D: É verdade esse negócio.</p> <p>Aluno C: Você sabia que não é toda madeira que faz barco?</p> <p>Aluno A: Sim, porque aquele...</p> <p>Aluno C: Sabia que se você pegar qualquer madeira dessa e colocar dentro da água ela não flutua?</p>	Verificando a plausibilidade de suas ideias/hipóteses - Contrastando as ideias/hipóteses próprias ou alheias com “evidências” do dia-a-dia.
12	<p>Aluno D: Tampinha de refrigerante vai afundar?</p> <p>Conversas paralelas.</p> <p>Aluno C: Você nunca viu aquelas tampinhas embaixo da água, da areia da praia não, dentro do mar?</p> <p>Aluno B: Ah! É verdade.</p> <p>Aluno D: Dentro do rio.</p> <p>Aluno B: Eu já vi dentro do canal do Eduardo só que era tampa de cerveja. ((Refere-se ao Bairro Eduardo Gomes))</p> <p>Silêncio.</p> <p>Aluno B: Tá, vocês nunca acreditam no que eu falo.</p>	Verificando a plausibilidade de suas ideias/hipóteses - Contrastando as ideias/hipóteses próprias ou alheias com “evidências” do dia-a-dia.

Quadro 4: Práticas epistêmicas de produção e avaliação do conhecimento

Como proposto por Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2007), a prática epistêmica (geral) de *contrastar suas ideias e a de outros com evidências* envolve, dentre outras, as práticas específicas de *justificar as próprias conclusões e criticar as declarações de outros*. Os integrantes do grupo analisado fizeram isso durante todo o tempo em que apresentaram as suas hipóteses e desafiaram as dos colegas.

Entretanto, em função da fase de desenvolvimento em que a nossa pesquisa se encontra, não definimos ainda um quadro definitivo de categorias considerando as possibilidades de práticas gerais e específicas. Em alguns momentos de nossa análise, usamos práticas já apontadas por outros autores como específicas e, em outros recorremos apenas a práticas consideradas gerais. Pretendemos, ao final da pesquisa, configurar um quadro com esses diferentes tipos de categorias que sejam adequados para dar conta da caracterização das atividades investigativas que normalmente são desenvolvidas nas salas de aula de ciências de nossa região, contrastando com aquelas que ocorrem em outras partes do Brasil e do mundo.

Outro aspecto importante a considerar é o de que na prática de *contrastar suas ideias e a de outros com evidências*, os alunos avaliam a plausibilidade das hipóteses dos colegas e não a de um conhecimento “novo” produzido em decorrência do desenvolvimento da atividade investigativa, como sugerido por Jiménez-Aleixandre e Bustamante (idem). Se fosse essa a situação, tal categoria provavelmente só apareceria ao final da atividade quando os alunos fossem avaliar se o novo conhecimento estaria de acordo com as evidências experimentais, ou seja, quando eles se preocupassem em verificar a sua plausibilidade e consistência.

Entendemos que a variação no aparecimento de categorias referentes a diferentes instâncias irá ocorrer em função da estrutura da atividade proposta pelo professor. No caso aqui analisado, os alunos foram solicitados a expor e eleger as hipóteses mais plausíveis para a flutuação, com um tempo razoável para discussão. Isso resultou na emergência da instância de avaliação do conhecimento no início da atividade proposta.

Após a quarta intervenção da professora no grupo, os alunos passaram a apresentar as hipóteses, considerando, de forma mais sistemática, o conceito de densidade. Desse modo, as ideias foram tomando uma forma mais nítida e os casos mais “controversos” adquirindo mais evidência. Os alunos passaram a se deter mais na discussão sobre o papel alumínio e decidiram que o clipe deveria afundar na água por que seria feito do “mesmo” material que a agulha. Aparece, nesse momento, de forma mais consistente, a categoria *considerando conceitos para elaborar hipóteses*, a qual se insere na instância de *produção do conhecimento*, relacionada à prática epistêmica geral de *articular os próprios saberes*. Aparece ainda a prática *concluindo/checando as conclusões* quando os alunos estão recapitulando as ideias já trabalhadas. *Tal prática* também se insere na instância *produção do conhecimento* como proposto por Araújo (2008). Vejamos os excertos abaixo:

Ep	Transcrição	Prática epistêmica
23	Aluno D: Bloco de madeira pequeno. Afunda ou não afunda? Aluno B: Não afunda. Aluno A: A gente já foi unânime. Aluno E: Não afunda porque a densidade é menor.	-Considerando conceitos para elaborar hipóteses.
25	(...) Aluno D: E o bloco de madeira grande? Aluno C: É a mesma coisa. Não afunda porque a densidade é menor que a da água.	
27	(...) Aluno A: Assim, eu acho que o mais importante é a massa veio. Aluno C: É a densidade, eu acho. Aluno E: É a densidade. Aluno B: É sim. Aluno C: Não é a massa não. Se fosse assim, um navio com não sei quantas milhões de toneladas afundava véio.	-Considerando conceitos para elaborar hipóteses. - Contrastando as ideias/hipóteses próprias ou alheias com “evidências” do dia-a-dia.
39	Aluno B: Ei! Oi as respostas que a gente botou: Não afunda porque tem a densidade menor que a da água. Não afunda porque tem a densidade menor que a da água. Não afunda porque acumula muito ar. Ai J.P! Não afunda porque	-Concluindo/checando as conclusões.

	o ferro tem a densidade maior que a da água! ((Conversas paralelas para consertar prontamente a última afirmação do aluno))	
--	--	--

Quadro 5: Práticas epistêmicas de produção do conhecimento

Após a realização do teste pela professora, fase esta que envolveu um discurso de experimento, os alunos foram solicitados a elaborar uma regra geral que pudesse justificar os comportamentos dos blocos de madeira (grande e pequeno), do cilindro de alumínio, da agulha e do clipe em água. A partir daí, aparecem as práticas *construindo dados* relacionada à prática epistêmica geral *dar sentido aos padrões de dados*, a qual se insere na instância de *produção do conhecimento*, e *alcançando generalizações* a qual pode ser inserida na instância de *comunicação do conhecimento*, como sugerido por Araújo (2008), uma vez que corresponde a uma interpretação dos dados e sua adequação a uma forma de comunicá-los. Os excertos abaixo, do episódio 41, tornam clara essa descrição.

Transcrições	Práticas epistêmicas
Aluno C: Vocês seriam capazes de formular uma regra geral que fosse capaz de prever quais objetos flutuariam e quais afundariam na água? ((O aluno lê a questão proposta no roteiro de atividade)) (...) Aluno A: Só podemos nos basear em/ Aluno D: Acho que conseguiremos. Aluno E: Também. Aluno D: Só termos a densidade de cada um: alumínio, ferro, a da água e da madeira. Aluno B: Eu falei isso e ninguém me escutou.	Alcançando generalizações

Quadro 6: Prática epistêmica de comunicação do conhecimento

A discussão apresentada até o momento enfatiza o desenvolvimento das práticas epistêmicas dos estudantes relacionadas ao investimento da professora nos movimentos epistêmicos de elaboração e reelaboração, estando estes aliados a uma abordagem dialógica e à intenção de criar um problema. Seguindo este ritmo discursivo, a professora, após ter percebido que os alunos alcançaram uma generalização frente aos testes realizados, estabelece uma discussão com toda a turma, explorando os pontos de vista dos alunos com relação aos comportamentos da tampinha de refrigerante e do papel alumínio. Com a intenção de explorar as ideias dos alunos (aliada a uma intenção de criar um problema) ela faz uso de uma abordagem interativa/dialógica, que em certos momentos adquire tons de autoridade e vai configurando novo movimento de reelaboração, em que os alunos são solicitados a conciliar a regra geral formulada com os resultados “discrepantes”. Ela propõe que os alunos expliquem como a forma dos objetos interfere na sua flutuação.

Considerando os movimentos de elaboração e reelaboração, podemos verificar que, enquanto o primeiro alia-se a uma abordagem dialógica, o segundo pode estar associado a uma abordagem dialógica ou de autoridade. Em função desses movimentos os alunos passam a desenvolver as práticas epistêmicas que comentamos. Abaixo apresentamos dois quadros com os percentuais de tempo referentes aos movimentos e às práticas epistêmicas. Vale ressaltar que, os movimentos epistêmicos foram considerados apenas nos momentos em que a professora dava orientações para o trabalho dos alunos, ou diretamente, nos grupos, ou para toda a turma. Nesse sentido, o tempo referente à discussão final com toda a turma para fechamento de ideias não foi considerado para os percentuais dos movimentos epistêmicos.

Instância social	Práticas epistêmicas	Percentuais de tempo (%)
Produção do conhecimento	Apresentando hipóteses	25,93
	Considerando conceitos para elaborar hipóteses	27,13
	Concluindo – checando conclusões	06,00
	Construindo dados	04,68
	Dando sentido aos dados	05,64
Comunicação do conhecimento	Alcançando generalizações	14,53
Avaliação do conhecimento	Avaliando a plausibilidade das hipóteses – contrastando as ideias próprias e alheias com as evidências.	15,13
	Avaliando a consistência das informações	00,96

Quadro 7: Percentuais de tempo das práticas epistêmicas.

Movimentos epistêmicos	Percentuais de tempo (%)
Elaboração	44,04
Reelaboração	38,84
Síntese	17,13

Quadro 8: Percentuais de tempo dos movimentos epistêmicos.

A discussão do grupo na parte final da aula, em que deveriam analisar os casos da tampinha e do papel alumínio, passa a ser mais fragmentada por momentos de dispersão e há certa relutância dos alunos em investir em uma discussão para alcançar uma conclusão consensual. O engajamento diminui bastante e a avanço intelectual é pequeno. Isso contribui para o aumento do percentual de dispersão na aula (41,18%). Vale ressaltar, entretanto, que outros grupos investiram bastante na discussão proposta e, portanto, contribuíram significativamente para a discussão de fechamento das ideias com toda a turma, em que a professora deu prosseguimento ao desenvolvimento da estória científica com uma abordagem interativa/de autoridade.

Algumas hipóteses relacionadas ao desenvolvimento da aula podem ser consideradas para compreender a diminuição do engajamento dos alunos na parte final da atividade. Consideramos os resultados de outras pesquisas que temos desenvolvido sobre engajamento dos estudantes bem como outros resultados apresentados na literatura.

Verificando os dados do mapa de episódio bem como os registros em vídeo, é possível perceber o quanto o trabalho do grupo é “alimentado” pelas intervenções da professora. No mapa, verificamos que das 7 intervenções da professora no grupo, 6 são imediatamente seguidas por episódios em que os alunos discutem conteúdo científico. Apenas uma delas é seguida por um momento de dispersão dos alunos. Ainda assim, esse momento de dispersão é breve, sendo rapidamente substituído por um episódio de discussão de conteúdo científico. A cada investida da professora os alunos se mobilizavam para discutir o tema proposto na atividade. Os momentos de dispersão aconteciam após certo tempo depois da interação com a professora.

As intervenções da professora repercutiram positiva e significativamente no trabalho do grupo; todavia, elas foram breves e em boa parte (4) foram para controlar o andamento das tarefas dos alunos e não para investir em uma discussão de conteúdo científico, o que de fato colabora para fomentar a discussão.

No trabalho de Araújo (2008), em que também é analisado o desenvolvimento de atividades investigativas semelhantes àquelas consideradas em nossa pesquisa, é relatado que os grupos que apresentaram menores tempos de dispersão foram aqueles em que a professora investiu mais tempo discutindo com os integrantes. Esse, dentre

outros resultados semelhantes encontrados na literatura, nos fazem supor que intervenções mais voltadas para discussão de conteúdo e mais demoradas pudessem reduzir os momentos de dispersão, contribuindo para manter o nível de engajamento inicial dos alunos. Certamente, entendemos que há limitações operacionais para que as intervenções dos professores possam se dar com mais tempo e frequência em diferentes grupos; entretanto, entendemos que as adequações dos tempos destinados as diferentes atuações do professor ao longo de atividades que envolvem uma participação mais autônoma dos alunos merecem sempre ser refletidas diante de dados desse tipo.

Os dados quantitativos relacionados às ações/discursos dos alunos são:

Ações/ discursos dos alunos	Percentuais de tempo (%)
Discussão de conteúdo científico	51,04
Silêncio/escrita	03,19
Silêncio/leitura	00,80
Gestão entre alunos	03,80
Dispersão	41,18

Quadro 9: Percentuais de tempos das ações/discursos dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O trabalho apresentado neste artigo buscou relacionar os movimentos epistêmicos de uma professora, em interação com alunos do ensino fundamental, com as práticas epistêmicas desenvolvidas por estes alunos, ao longo de uma atividade investigativa. Pudemos verificar que as intervenções da professora no grupo de alunos analisado foram fundamentais para a emergência das práticas verificadas. Ao tempo em que os movimentos epistêmicos da professora favoreceram a incorporação de aspectos fundamentais das investigações científicas pelos alunos, favoreceram também o processo de evolução conceitual. Todavia, a diminuição do engajamento dos alunos do grupo analisado ao longo da atividade pode ser relacionada as intervenções breves da professora ao interagir diretamente com eles.

Um aspecto importante da pesquisa, discutido na introdução deste artigo, é a concepção de natureza da ciência que cabe ao ensino de ciências desenvolver nos alunos. Uma concepção que enfatiza sua dimensão argumentativa, em que os cientistas elaboram e negociam valores para o que pode ser considerado como boas questões, métodos e respostas adequadas. Embora uma concepção de ciência não seja elaborada apenas por meio do desenvolvimento de atividades investigativas, tal dimensão é fundamental na sua construção. Nesse sentido, o desenvolvimento desse tipo de atividade, em que os alunos elaboram questões, planejam e desenvolvem experimentos para testarem suas hipóteses, e chegam a construir novos conceitos em meio a interações e debates entre colegas, deve ser incentivado e investigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A. O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química*. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação-UFMG, Minas Gerais
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P; BUSTAMANTE, J. D. *Construction et justification des saviors scientifiques: rapports entre argumentation et pratiques épistémiques*. Texto didático, 2007
- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practices. Paper apresentado na *Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*. New Brunswick, NJ. fev. 2005.
- _____; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Paper apresentado na *Reunião Annual da NARST*. New Orleans, LA, abr. 2002.
- LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*. 90: 148-163, 2005.
- MORTIMER, E. F. SCOTT, P. *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press, 2003.